

Высшее профессиональное образование

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Учебник



Радиотехника

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

УЧЕБНИК

Под редакцией Ю.М.КАЗАРИНОВА

Допущено

*Министерством образования и науки Российской Федерации
в качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению подготовки «Радиотехника»*



Москва
Издательский центр «Академия»
2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений	3
Введение	7
Глава 1. Принципы построения радиолокационных и радионавигационных систем	10
1.1. Основные понятия и определения	10
1.2. Радиотехнические методы определения координат и их производных	13
1.3. Классификация радиолокационных и радионавигационных систем. Тактические и технические характеристики	21
1.4. Структурная схема РЛС кругового обзора. Основные характеристики	27
1.5. Многопозиционные радиолокационные системы	37
1.6. Краткая историческая справка о создании и развитии радиолокации и радионавигации	40
Глава 2. Физические основы радиолокации	47
2.1. Радиолокационные цели как объекты вторичного излучения	47
2.2. Характеристики радиолокационного рассеяния	49
2.3. Статистические модели отраженных полей и ЭПР радиолокационных целей	71
2.4. Мешающие отражатели. Отражения от моря и суши	74
2.5. Влияние земной поверхности на сигнал, отраженный от цели	80
2.6. Радиолокационная заметность объектов. Способы снижения или увеличения	92
Глава 3. Дальность действия радиосистем	99
3.1. Дальность действия радиолиний	99
3.2. Обобщенное уравнение дальности радиолокационного наблюдения в свободном пространстве	102
3.3. Влияние отражения радиоволн от земной поверхности на дальность действия РЛС	105
3.4. Влияние условий распространения радиоволн на дальность действия радиолокационных и радионавигационных систем	109

3.5. Влияние потерь при формировании и обработке сигналов в РЛС на ее дальность действия	119
3.6. Уравнение дальности при радиолокационном наблюдении поверхностно и объемно распределенных объектов	121
Глава 4. Обнаружение, различение и оценивание параметров сигналов радиотехнических систем	126
4.1. Основные теоретические сведения	126
4.2. Потенциальная точность измерения угловых координат	150
4.3. Разрешающая способность РЛС	153
4.4. Виды сложных сигналов	157
4.5. Разрешение по времени запаздывания и частоте. Частотно-временная функция неопределенности сигнала	172
4.6. РЛС со ступенчатым изменением частоты	179
Глава 5. Поиск сигналов в радиолокационных и радионавигационных системах	184
5.1. Поиск по угловым координатам, дальности и скорости	184
5.2. Методы последовательного обзора пространства	187
5.3. Многоканальный и управляемый обзор пространства	193
5.4. Особенности поиска сигналов в радионавигационных системах	200
Глава 6. Радиолокационная селекция и распознавание объектов	205
6.1. Методы защиты от пассивных помех	205
6.2. Селекция движущихся целей на основе эффекта Доплера	208
6.3. Аналоговая и цифровая фильтрация в системах СДЦ	213
6.4. Эффективность системы СДЦ и ее зависимость от параметров РЛС	224
6.5. Методы повышения эффективности систем СДЦ	228
6.6. Импульсно-доплеровские РЛС	238
6.7. Самолетная РЛС обнаружения воздушных и наземных целей	243
6.8. Применение сложномодулированных квазинепрерывных сигналов в когерентно-доплеровских РЛС	247
6.9. Распознавание целей	254
Глава 7. Радиотехнические методы и устройства измерения дальности и скорости объектов	259
7.1. Импульсный метод измерения временной задержки	259
7.2. Автоматическое сопровождение цели по дальности	262

7.3. Фазовый метод измерения дальности	267
7.4. Частотный метод измерения дальности	270
7.5. Допплеровский метод измерения путевой скорости и угла сноса	284
7.6. Корреляционный метод измерения путевой скорости и угла сноса	301
7.7. Беззапросный и запросный измерители радиальной скорости объектов	304
7.8. Измерители координат и скорости в составе навигационного комплекса	306
Глава 8. Методы и устройства измерения угловых координат	310
8.1. Методы измерения угловых координат	310
8.2. Точность измерения угловых координат. Пространственно-временная обработка сигналов	320
8.3. Автоматическое сопровождение цели по угловым координатам	325
8.4. РЛС миллиметрового диапазона «Руза» для обнаружения и сопровождения объектов в околоземном пространстве	345
8.5. Радиолокационные системы с синтезированием апертуры	349
8.6. Особенности СДЦ и синтезирования апертуры при размещении РЛС на надводных и наземных носителях	365
Глава 9. Оптическая локация и радиотеплолокация	373
9.1. Физические основы оптической локации	373
9.2. Рассеивающие свойства объектов и характеристики отраженных сигналов в оптическом диапазоне	381
9.3. Дальность действия оптических локационных систем	385
9.4. Примеры реализации ОЛС	394
9.5. Основы радиотеплолокации	397
9.6. Применение теплолокационных систем	412
Глава 10. Радионавигационные системы и комплексы	416
10.1. Классификация и тактико-технические характеристики радионавигационных систем	416
10.2. Точность определения местоположения позиционным методом	418
10.3. Требования, предъявляемые к навигационной аппаратуре	420
10.4. Системы дальней радионавигации наземного базирования	426
10.5. Системы ближней навигации	433
10.6. Системы посадки самолетов	442

10.7. Системы межсамолетной навигации и предупреждения столкновений	454
Глава 11. Спутниковые радионавигационные системы	468
11.1. Спутниковые радионавигационные системы первого поколения	468
11.2. Спутниковые радионавигационные системы второго поколения	472
11.3. Принципы построения аппаратуры потребителей спутниковой радионавигационной системы второго поколения GPS	477
11.4. Спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС	490
11.5. Дифференциальный режим СРНС	491
11.6. Функциональные дополнения спутниковых радионавигационных систем	493
Глава 12. Системы радиопротиводействия	500
12.1. Радиопротиводействие и контррадиопротиводействие. Основные понятия и определения	500
12.2. Системы радиотехнической разведки	507
12.3. Скрытность и помехоустойчивость РЭС по отношению к организованным помехам	512
12.4. Борьба с организованными радиопомехами и эффективность средств радиопротиводействия	517
Глава 13. Надежность радиотехнических систем. Методы обеспечения надежности	523
13.1. Понятия надежности и отказа	523
13.2. Характеристики надежности	524
13.3. Экспоненциальный закон надежности	525
13.4. Надежность безызбыточных систем	526
13.5. Надежность избыточных систем	527
13.6. Надежность восстанавливаемых систем	533
13.7. Методы и средства технической диагностики РТС	535
13.8. Надежность систем со средствами диагностирования	542
Глава 14. Основы траекторной обработки радиолокационной информации	545
14.1. Основные задачи и этапы траекторной обработки	545
14.2. Модели движения целей, сопровождаемых системой траекторной обработки	549
14.3. Алгоритмы обнаружения и сброса траектории	552
14.4. Алгоритмы идентификации отметок и траекторий	555
14.5. Алгоритмы фильтрации параметров траектории маневрирующей цели	559

14.6. Особенности траекторной обработки РЛИ в разнесенных радиолокационных системах с совместной обработкой информации	568
Глава 15. Перспективы развития радиотехнических систем и расширения областей их применения	572
15.1. Радиолокационные системы	572
15.2. Радионавигационные системы	579
Список литературы	585